

جغرافیا و توسعه شماره ۳۸ بهار ۱۳۹۴

وصول مقاله : ۱۳۹۱/۹/۱۸

تأیید نهایی : ۱۳۹۳/۴/۸

صفحات : ۱۱۲ - ۱۰۱

## پایش محدوده‌های مجاز بهره‌برداری معادن پناهگاه حیات وحش موته بر اساس نقشه‌ی کاربری اراضی حاصل از تصاویر ماهواره‌ای

زهره کرمانی<sup>۱</sup>، دکتر علیرضا سفیانیان<sup>۲</sup>، وحید راهداری<sup>۳</sup>

### چکیده

برای درک بهتر پویایی چشم‌انداز در طول زمان و در راستای برنامه‌ریزی و مدیریت سرزمین و نیل به اهداف حفاظتی، بررسی تغییرات الگوهای مکانی کاربری‌ها و پوشش اراضی بسیار ضروری است. تعیین چگونگی تغییرات پوشش و کاربری اراضی در منطقه می‌تواند به مدیران این قبیل مناطق، در اجرای یک مدیریت شایسته، کمک کند. از جمله تداخلات رایج در مناطق تحت حفاظت، وجود کاربری معدن است که در طی مراحل مختلف توسعه تغییراتی را بر سیمای طبیعی منطقه می‌گذراند. فعالیت کلیه‌ی معادن، توسط سازمان صنایع و معادن و با گذاشتن محدوده‌های مجاز بهره‌برداری محدود می‌گردد، اما همواره نظارتی دقیق و پیوسته بر عملکرد معادن لازم است تا بهره‌برداری‌ها در مناطق مجاز محدود گردد. این پایش به خصوص هنگامی که معدن مورد بهره‌برداری در داخل مناطق تحت حفاظت سازمان حفاظت محیط زیست باشد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این مطالعه هدف پایش محدوده‌های مجاز معادن در منطقه بوده و از نقشه‌ی کاربری زمین به عنوان پایه‌ای برای مقایسه استفاده گردید. برای تهیه‌ی نقشه‌ی کاربری اراضی از تصویر ماهواره‌ای LISSIII سال ۱۳۸۵ استفاده شد و پس از تصحیح هندسی و توپوگرافی روی تصویر با استفاده از روش طبقه‌بندی ترکیبی، نقشه‌ی کاربری اراضی با دقت کلی ۸۷ درصد تهیه گردید. محدوده‌ی مجاز معادن با استفاده از اسناد موجود در اداره‌ی کل حفاظت محیط زیست استان اصفهان و سازمان صنایع و معادن و پس از تبدیل مختصات به سیستم متریک، وارد نرم‌افزار GIS گردیده و به صورت یک لایه‌ی اطلاعاتی چندضلعی رقومی گردید. انطباق نقشه‌های محدوده‌ی مجاز معادن و نقشه کاربری اراضی نشان می‌دهد که در برخی معادن فعالیت‌های معدنکاری به خارج از محدوده‌ی مجاز کشیده شده و نیاز به پیگیری و برخورد جدی‌تر سازمان‌های مدیریتی به خصوص سازمان حفاظت محیط زیست و در مسیر صحیح قرار گرفتن بهره‌برداری‌های جدید در محدوده‌های مجاز دارد. کلیدواژه‌ها: نقشه‌ی کاربری اراضی، محدوده‌ی مجاز معادن، GIS، تصویر ماهواره‌ای.

## مقدمه

امروزه یکی از تداخلات رایج در مناطق تحت حفاظت وجود کاربری معدن است. معادن در طی مراحل مختلف از جمله اکتشاف، استخراج، فراوری باطله و متروک، تغییراتی را بر سیمای طبیعی منطقه ایجاد می‌کنند. در مناطقی که فعالیت‌های معدنکاری وجود دارد الزاماً آثار زیست‌محیطی نیز وجود خواهد داشت. در دو دهه‌ی اخیر بطور تدریجی توجه مردم به حفظ کیفیت محیط زیست افزایش یافته است و این پدیده طراحی و فعالیت‌های معدنکاری را تحت تأثیر قرار داده است. در گذشته چون بازسازی در برنامه‌ریزی معدن گنجانده نمی‌شد و توجه به محیط زیست همچون امروز مطرح نبود، به نقش تخریبی فعالیت‌های معدنی بر روی محیط زیست نیز توجه نمی‌شد. امروزه نقش توجه به مسایل زیست محیطی در توسعه، آنقدر زیاد شده که حتی توسعه‌ی پایدار یا به عبارتی رشد بدون آسیب رساندن به محیط زیست را به‌عنوان تنها راه‌حل عملی مطرح می‌کند. محیط زیست از ارکان توسعه‌ی پایدار در هر کشوری است. بدون توجه به مسأله‌ی محیط زیست منابع طبیعی و انسان دچار نقصان شده و پیامدهای ناگواری را بر کره‌ی خاکی و جوامع انسانی خواهد گذاشت. برخلاف تصور عموم، مفهوم حفاظت تبیینی با بهره‌برداری اصولی ندارد. حفاظت به معنی مدیریت مصرف انسان از طبیعت است. بطوری‌که حداکثر استفاده قابل تحمل از منابع را برای نسل حاضر تأمین نموده و در عین حال پتانسیل منابع را برای نیازهای نسل‌های آینده حفظ کند. به همین دلیل حفاظت محدود کردن بهره‌برداری نیست بلکه به معنای معقولانه‌ترین روش استفاده از منابع طبیعی و مکمل توسعه‌ی اقتصادی است (میراب‌زاده، ۱۳۷۳: ۳۹). بنابراین حفاظت طیف گسترده‌ای از فعالیت‌های مشتمل بر حفظ، نگهداری، بهره‌برداری عقلایی، احیاء، بهسازی و ارتقای سطح کیفی محیط زیست طبیعی می‌باشد

(فتوره‌چی، ۱۳۷۳: ۴). معدنکاری مواد لازم برای حیات و پیشرفت بشر را فراهم می‌کند و از طرفی با افزایش آلودگی‌ها امکان حیات و استفاده از محیط زیست سالم را از بشر سلب می‌کند. به همین جهت در بسیاری از کشورها، تأثیرات زیست‌محیطی عملیات معدنکاری مورد بررسی قرار گرفته است.

فعالیت کلیه معادن در ابتدای فعالیت، توسط سازمان صنایع و معادن و با گذاشتن محدوده‌های مجاز بهره‌برداری محدود می‌گردد، اما همواره نظارتی دقیق و پیوسته بر عملکرد معادن لازم است تا استفاده در مناطق مجاز محدود گردد. اگر معادن در محدوده‌ی مناطق تحت حفاظت شده باشد، پایش محدوده‌های معادن از اهمیت بیشتری برخوردار است. با توجه به اینکه ایران یک کشور در حال توسعه است و برای پیشرفت خود ناچار به توسعه‌ی معادن است، بنابراین برای توسعه‌ی پایدار صنعت معدن کشور لازم است تا جنبه‌های محیط زیستی صنایع معدن کشور (با توجه به اقلیم کشور) مورد شناسایی قرار گیرد. روش‌ها و داده‌های مختلفی برای آشکارسازی تغییرات یک منطقه در طی زمان وجود دارد. در این میان استفاده از داده‌های ماهواره به دلیل ویژگی‌های خاص خود مانند دید وسیع، یکپارچگی، استفاده از قسمت‌های مختلف طیف انرژی مغناطیسی برای ثبت خصوصیات پدیده‌ها، دوره‌ی بازگشت کوتاه و امکان به‌کارگیری سخت‌افزارها و نرم‌افزارها و کم‌هزینه و سریع‌تر بودن بررسی و نیز فراهم کردن امکان پایش منطقه در گذشته و حال موجب شده است که در دنیا با استقبال خاصی روبه‌رو شود (Pettit, C.C & et al, 2002: 119).

سنجش از دور حجم زیادی از اطلاعات را تولید می‌کند که دارای فرمت رقومی مناسب برای پردازش‌های کامپیوتری هستند. این اطلاعات نه فقط در یک زمان، بلکه در دوره‌ها و زمان‌های مختلف تولید و جمع‌آوری می‌شوند و می‌توان از آنها برای مطالعه‌ی

می‌توان چگونگی تغییرات چشم‌انداز و روابط بین اجزای سازنده‌ی آن را بررسی کرد.

تعیین چگونگی تغییرات پوشش و کاربری اراضی در منطقه می‌تواند به مدیران این قبیل مناطق، در اجرای یک مدیریت شایسته، کمک کند. آشکارسازی دقیق و به موقع تغییرات سیما و پستی و بلندی‌های سطح زمین و فهم روابط و برهم‌کنش‌های فعالیت‌های انسان و پدیده‌های طبیعی، در مدیریت مناسب سرزمین، بهبود و ارتقای تصمیم‌گیری بسیار اهمیت دارد (Kamusoko, 2007: 222; Luna, 2003: 160).

همچنین پایه‌ای برای فهم بهتر روابط و تعاملات انسان و پدیده‌های طبیعی برای مدیریت و استفاده‌ی بهتر از منابع را فراهم می‌آورد و یکی از نیازهای اساسی در مدیریت و ارزیابی منابع طبیعی می‌باشد (Ridd, 1998: 96; Lu, 2004: 2365).

در این مطالعه هدف، پایش محدوده‌های مجاز معادن در منطقه می‌باشد که از نقشه‌ی کاربری زمین به عنوان پایه‌ای برای مقایسه استفاده گردید.

در زمینه‌ی تعیین کاربری و پوشش اراضی مطالعات متعددی توسط متخصصان سنجش از دور به عمل آمده است. زاهدی‌فرد و همکاران با استفاده از داده‌های رقومی TM نقشه‌ی کاربری اراضی حوزه‌ی آبخیز بازفت در استان چهارمحال بختیاری را تهیه نموده است. با اعمال طبقه‌بندی نظارت‌شده با روش بیشترین شباهت بهترین نتیجه را برای تهیه‌ی نقشه‌ی کاربری اراضی در منطقه‌ی مورد مطالعه داده است. (زاهدی‌فرد، ۱۳۸۳: ۹۱).

اکبری در منطقه‌ی شمال اصفهان با استفاده از داده‌های ماهواره‌ی ETM<sup>+</sup> با روش طبقه‌بندی نظارت شده و طبقه‌بندی نظارت نشده، منطقه‌ی مورد مطالعه را به ۹ کاربری مختلف اراضی طبقه‌بندی کرد (اکبری، ۱۳۸۲: ۲۰).

شبان و همکاران با استفاده از تصاویر سنجنده ETM، ۶ گروه کاربری خاک لخت، مرتع، معدن، شوره‌زار و اراضی صخره‌ای را در پناهگاه حیات وحش موته با

تغییرات پدیده‌ها استفاده کرد (Tachizoka, 2002: 1). تلفیق سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی GIS، پتانسیل استفاده از داده‌های سنجش از دور را به بهترین نحو افزایش می‌دهد و می‌تواند تغییرات پوشش و کاربری اراضی در مقیاس‌های زمانی و مکانی گوناگون را به خوبی آشکار کند (Ward, 2000: 371).

الگوهای کاربری زمین در هر منطقه نتیجه‌ی فاکتورهای فیزیکی و فرهنگی و بهره‌برداری انسان در زمان و فضا است و بنابراین در شناخت تعاملات فعالیت‌های انسانی در رابطه با محیط بسیار اهمیت دارد (Prakasam, 2010: 47). هم‌اکنون استخراج معادن و عملیات ناشی از آن، چرای دام بی‌رویه‌ی دام و تبدیل اراضی و غیره، سیمای اکولوژیکی پناهگاه حیات وحش موته را تهدید می‌کند. ولی با این وجود در میان مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست این منطقه همچنان دارای مجموعه‌ی منحصر به فردی از گیاهان و زیستگاه مناسبی برای آهو، کل و بز و قوچ و میش و غیره است. در واقع پناهگاه حیات وحش موته، سیستم زنده‌ای است که ارزش‌های ویژه‌ی حفاظتی و توان اکولوژیکی، عناصر زنده و پویای بسیار با ارزشی دارد (معینیان، ۱۳۷۱: ۲۵). جهت حفظ منابع با ارزش آن و اصلاح روند مدیریت این پناهگاه، پایش مداوم تغییرات منطقه در حال و آینده و با نگاه به گذشته، لازم می‌باشد. برای درک بهتر پویایی چشم‌انداز در طول زمان و در راستای برنامه‌ریزی و مدیریت سرزمین و نیل به اهداف حفاظتی، بررسی تغییرات الگوهای مکانی کاربری‌ها و پوشش اراضی بسیار ضروری است (Turner, 1989: 154).

در این تحقیق از نقشه‌ی کاربری اراضی به عنوان پایه‌ای برای پایش محدوده‌های مجاز معادن در منطقه استفاده گردیده است. با تهیه‌ی نقشه‌ی کاربری و پوشش اراضی یک منطقه در طی زمان و بررسی تغییرات آن، علاوه بر شناخت الگوهای چشم‌انداز،

لحاظ آب و هوایی منطقه دارای اقلیم نیمه‌خشک با تابستان‌های نسبتاً گرم و زمستان سرد است. متوسط بارندگی سالانه آن حدود ۲۵۰-۳۰۰ میلیمتر که بیشترین بارندگی آن در زمستان و اوایل بهار است. پناهگاه حیات وحش موته قسمتی از رشته‌کوه عظیم که از سمت شمال غرب به جنوب شرق راه دارد را تشکیل می‌دهد و جزئی از شاخه جنوبی کوه‌زایی آلپ در ایران می‌باشد. منطقه‌ی موته به دلیل برخورداری از منابع معدنی و کانی‌های بسیار غنی از نقطه نظر اقتصادی برای ساکنان منطقه و بسیاری از ساکنین مناطق دور و نزدیک آن حائز اهمیت است. بطوری‌که در تحقیقات صورت گرفته بیش از ۳۴ درصد، کار در معدن و گسترش معدن را در ایجاد اشتغال و حل مشکل بیکاری و جلوگیری از مهاجرت جوانان به‌عنوان اولویت اول برگزیده‌اند (خاتون‌آبادی، ۱۳۸۱: ۱۰۹).

معدن مورد مطالعه منطقه به دو دسته کانسارهای فلزی و غیر فلزی تقسیم می‌شود:

معدن فلزی عمدتاً شامل طلا و مقدار کمی مس می‌باشد. بزرگترین معدن طلای ایران در سنگ‌های پرکامبرین منطقه‌ی موته در شمال شرقی گلپایگان وجود دارد. کانی‌هایی که همراه با طلا در معدن موته دیده می‌شود، شامل پیریت، کالکوپیریت، بورنیت، مارکامیت است که با کانی‌های دیگر ناشی از هوازدگی سنگ‌ها نظیر کلریت، بیوتیت، مریسیت، مسکویت همراه است. این معدن عمدتاً در محل سنجده به‌صورت روباز پلکانی برداشت می‌شود و نسبت به شهرستان اصفهان واقع در ۱۷۵ کیلومتری شمال غرب آن می‌باشد. میزان ذخیره‌ی این معدن ۱۳۵۰۰۰۰ تن می‌باشد. معدن غیر فلزی عمدتاً شامل سنگ‌های تزئینی بوده و ناشی از فعالیت متامورفیسم در منطقه است.

معدن دولومیت حسن‌ریاط: این معدن در ۱۶۰ کیلومتری شمال غرب اصفهان و جنوب روستای موته قرار دارد و نقش متامورفیسم دوران دوم بر روی این سنگ‌ها کمی

استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت شده، مشخص کردند. آنها از نسبت باند ۴ به ۳ برای نمایان‌تر شدن برخی پدیده‌ها مثل پوشش گیاهی، اراضی بدون پوشش و معادن به‌کار گرفتند و با استفاده از شاخص‌های گیاهی مختلف که توسط دو باند ۳ و ۴ تهیه شده بود و برداشت‌های میدانی از میزان تاج پوشش گیاهی، شاخص مناسب را برای تهیه‌ی نقشه‌ی تاج پوشش گیاهی، انتخاب کردند (شبان، ۱۳۸۵: ۴). راه‌داری و همکاران با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سنجنده MSS, TM, LISSIII نقشه‌ی کاربری و پوشش اراضی پناهگاه حیات وحش موته را برای سال‌های مختلف تهیه کرده و به آشکارسازی تغییرات کاربری‌های مختلف در طی سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۵۱ پرداخت. نتایج این تحقیق نشان داد که در مورد کاربری معدن، که کاربری هدف در تحقیق حاضر است، در طی دوره‌ی مورد مطالعه سطح معدن ۴۰۰ درصد افزایش یافته است که اکثر این توسعه در اطراف لایید در جنوب منطقه و نیز شروع استخراج طلا از معدن طلای موته ذکر شده است (راه‌داری، ۱۳۸۶: ۱).

## روش تحقیق

### مشخصات منطقه‌ی مورد مطالعه

پناهگاه حیات وحش موته با وسعت ۲۰۴۴۱۵ هکتار در اطراف روستای موته، از توابع شهرستان میمه در حد واسط دو استان اصفهان و مرکزی واقع شده است. این منطقه در بین محدوده‌ی شهرستان میمه و شهرستان دلیجان قرار دارد. روستای موته در مرکز منطقه با طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۵ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۴ دقیقه، در ۶۰ کیلومتری جنوب غرب شهرستان دلیجان قرار دارد. این منطقه به دلیل تنوع گیاهی و جانوری یکی از پرازش‌ترین مناطق تحت حفاظت ایران می‌باشد. منطقه‌ی مورد مطالعه با ۱۹۰۰ تا ۳۰۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا، از

### داده‌های مورد استفاده

در این تحقیق از داده‌های مکانی برداشت شده با GPS، تصویر LISS-111 ماهواره IRS-P6 و اطلاعات موجود از سازمان صنایع و معادن در رابطه با محدوده‌های مجاز بهره‌برداری معادن در سایت سازمان نقشه‌برداری و پرونده‌های مربوط به معادن منطقه موجود در اداره‌ی محیط‌زیست که علاوه بر ذکر مختصات گوشه‌های محدوده بر روی نقشه‌های توپوگرافی نیز مشخص گردیده استفاده شد. تصویر سنجنده LISS-III ماهواره IRS-P6 استفاده شده مورخ ۸۵/۳/۷ می‌باشد که تفکیک مکانی این تصاویر ۲۳/۵ متر است. سنجنده طیفی LISS III دارای باندهای معادل باندهای ۲، ۳، ۴ و ۵ سنجنده TM است که شامل باندهای: (Band2-green, Band3-red, Band4-NIR, Band5-SWIR) می‌باشد.

### - تهیه‌ی نقشه‌ی کاربری اراضی

باتوجه به اینکه در این تحقیق پایش محدوده‌های مجاز معادن بر اساس نقشه‌ی کاربری اراضی منطقه انجام می‌شد ابتدا نقشه‌ی کاربری اراضی تهیه گردید.

### - پیش‌پردازش تصاویر

ابتدا منطقه‌ی مورد مطالعه با سطح وسیع‌تری به صورت زیرپنجره از تصویر اصلی جدا گردید و در مرحله‌ی بعد با استفاده از روش نزدیکترین همسایه و انتخاب حدود ۳۰ نقطه مناسب و با رعایت خطای مربعات کمتر از یک، عمل تطابق هندسی انجام شد. در این مطالعه، همچنین برای تصحیح اثر توپوگرافی و تأثیر آن در مقادیر عددی تصاویر ماهواره‌ای، از نقشه پیوسته ارتفاعی، ارتفاع و زاویه‌ی خورشید که در اطلاعات همراه هر تصویر بیان شده استفاده شد. تصحیح توپوگرافی در این نرم‌افزار با استفاده از مدل لامبرت انجام شد.

محسوس می‌باشد. معدن به صورت روباز و انفجاری با ذخیره ۵۵۰۰۰۰ تن مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. معادن سنگ‌چینی منطقه موته: معادن مربوط به این سنگ تزئینی از نظر تشکیل دارای سرگذشت زمین‌شناسی مشابه می‌باشد. به عبارتی فازهای دگرگونی قبل از دوران اول (کاتانگایی) و فازهای کوهزایی دوران دوم (کیمیرین) نقش بسزایی در متبلور نمودن و بالا بردن کیفیت سنگ از نظر تزئینی نموده است. معادن صالح پیغمبر، گدارسرخ، اذان میمه کنجدجان، تپه استخر میمه و لایبید از مهمترین معادن سنگ تزئینی در این منطقه می‌باشند. به جز معدن صالح پیغمبر، این معادن به صورت روباز و مکانیزه (غیر انفجاری) مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند و کمترین میزان ذخیره مربوط به معدن اذان میمه در ۲۳ کیلومتری شمال غرب میمه با میزان ذخیره ۲۰۰۰۰۰ تن می‌باشد و بیشترین ذخیره با کیفیت نسبتاً بهتر از معادن دیگر لایبید می‌باشد که در ۵۶ کیلومتری شمال غرب میمه نزدیک روستای لوشاب می‌باشد و میزان ذخیره آن ۸۰۰۰۰۰۰ تن می‌باشد.

معدن تراورتن و مرمر تحت سرخ: این معدن در ۱۲۸ کیلومتری شمال غرب اصفهان و قسمت شمال غرب تا غربی روستای موته قرار دارد و سنگ‌های استخراجی به دو دسته رسوبی و دگرگونی تقسیم می‌گردد. بخش رسوبی شامل تراورتن و بخش دگرگونی شامل مرمر می‌باشد. این معدن به صورت روباز و گاهی انفجاری با میزان ذخیره ۶۰۰۰۰ تن می‌باشد (سلطانی، ۱۳۸۱: ۱۸-۱۶). مجموعه معدنی لایبید با ۷۵۰ نفر پرسنل بالاترین میزان اشتغال‌زایی را دارد و بعد از آن معدن طلا با ۶۰ نفر و سایر معادن زیر ۱۶ نفر پرسنل دارند. که البته به این میزان تعداد کامیون‌داران و رانندگانی که سنگ‌های معدنی را به مقاصد مختلف حمل می‌کنند نیز اضافه می‌شود (خاتون‌آبادی، ۱۳۸۱: ۱۱۵-۱۱۲).

**- انتقال مرز منطقه بروی تصویر**

در این مرحله مرز منطقه به کلیه باندهای تصویر ثبت داده شده انتقال داده شد و به اندازه‌ی محدوده‌ی مرز در باندهای مورد مطالعه، منطقه‌ی مورد نظر جدا گردید.

**- پردازش تصاویر**

در پردازش تصاویر برای افزایش مغایرت و وضوح تصاویر ایجاد شده از روش کشش سطحی استفاده گردید. همچنین برای مشاهده‌ی بهتر کاربری‌ها، تصاویر ترکیب رنگی کاذب (FCC) ایجاد شد. نقشه‌ی کاربری اراضی از دو روش طبقه‌بندی نظارت شده و هیبرید تهیه شد.

**- طبقه‌بندی نظارت شده**

ابتدا کاربری‌های موجود در منطقه با انجام عملیات میدانی و استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و بررسی مطالعات قبلی شناسایی شدند و به این ترتیب ۸ طبقه کاربری و پوشش اراضی در منطقه مشخص و تعریف شد. بعد از تعریف کاربری‌ها، برای تهیه‌ی مناطق تعلیمی با استفاده از نقشه تهیه شده از طبقه‌بندی نظارت نشده که نشان‌دهنده‌ی خصوصیات طیفی سطح زمین با کاربری معلوم است و نیز نقشه‌های توپوگرافی و بازدیدهای میدانی، چندضلعی‌هایی که واقعاً معرف کاربری و یا پوشش بودند بر روی تصویر (رنگی کاذب) انتخاب شد. سپس با معرفی مناطق تعلیمی به نرم‌افزار، طبقه‌بندی نظارت شده با روش حداکثر شباهت انجام شد. در این روش به دلیل مساحت کم کاربری مسکونی، این کاربری بر روی نقشه به صورت مجزا مشخص نگردیده و در نهایت نقشه‌ای با ۷ کاربری مرتع، شوره‌زار، مزارع و باغات، گز و نی، شیست، سنگ و صخره، معدن تهیه گردید.

**- طبقه‌بندی به روش ترکیبی**

در این روش با استفاده از پردازش‌ها و لایه‌های اطلاعاتی مختلف، لایه‌های مختلف پوشش و کاربری اراضی تهیه شده و سپس با استفاده از نرم‌افزار GIS لایه‌ها با هم ترکیب شد و در نهایت نقشه‌ای با ۸ کاربری (مرتع، معدن، شیست، شوره‌زار، مسکونی، گز و نی، سنگ و صخره، کشاورزی) تهیه گردید:

**الف- تهیه‌ی لایه‌های اراضی مرتعی**

ابتدا شاخص‌های گیاهی مختلف تهیه گردیده و با استفاده از نمونه‌برداری‌های میدانی انجام شده، در نهایت شاخص SAVI برای تهیه‌ی نقشه‌ی پوشش گیاهی انتخاب گردید.

**ب- تهیه‌ی لایه‌های گز و نی و کشاورزی**

ابتدا با توجه به مطالعات میدانی، نقشه‌ی حاصل از طبقه‌بندی نظارت شده و نقشه‌های توپوگرافی موقعیت مناطق دارای گز و نی شناخته شده و چندضلعی‌هایی از آن بر روی تصویر مشخص گردید. با انجام کلاسه‌بندی مجدد روی تصاویر تهیه شده، لایه گز و نی تهیه شد. در مرحله‌ی بعد لایه گز و نی از تصویر ماهواره‌ای حذف و با انجام کلاسه‌بندی مجدد روی تصویر حاضر، لایه‌ی کشاورزی جدا شد.

**ج- تهیه‌ی لایه‌های معادن و شوره‌زار**

بررسی نشان داد که جزء دوم PCA معدن را با مقادیر عددی متمایزی نسبت به سایر کاربری‌ها و پوشش‌ها نشان می‌دهد. لذا بعد از مشخص کردن دامنه‌ی بازتاب مربوط به معادن با اعمال روش کلاسه‌بندی مجدد بر باند دوم PCA لایه‌ی معدن تهیه شد. بعد از تهیه‌ی لایه‌ی معدن این لایه از تصویر ماهواره‌ای منطقه حذف شد. با حذف اثر بازتابش مشابه معادن با شوره‌زارها از مؤلفه‌ی اول PCA این امکان فراهم شد تا با عمل طبقه‌بندی مجدد بر روی این مؤلفه، لایه‌ی شوره‌زارها تهیه گردد.

## د- تهیه‌ی لایه‌ی مناطق مسکونی

ابتدا محدوده‌های شهرهای بزرگ با بازدیدهای میدانی مشخص شده و سپس تصویر آن از شاخص NDBI جدا شد و با اعمال روش کلاسه‌بندی مجدد، بر روی این تصاویر، لایه‌ی مسکونی به دست آمد.

## و- تهیه‌ی لایه‌ی شیست

این لایه با اجرای طبقه‌بندی مجدد بر روی نتیجه طبقه‌بندی نظارت شده، از سایر کاربری‌ها جدا شد.

## ی- تهیه‌ی لایه‌ی صخره و سنگ

لایه‌ی صخره و سنگ در مؤلفه اول آنالیز PCA، از دیگر کاربری‌ها متمایز شده بود با اجرای کلاسه‌بندی مجدد بر روی مؤلفه اول آنالیز PCA این لایه تهیه شد. برای تهیه‌ی نقشه‌ی کاربری اراضی منطقه کلیه‌ی لایه‌های اطلاعاتی (هشت کاربری مختلف) به‌دست آمده از تصاویر ماهواره‌ای با یکدیگر تلفیق شدند و در نهایت نقشه‌ی کاربری اراضی پناهگاه حیات وحش موته به دست آمد.

## تعیین دقت نقشه‌ی تولیدی

با گرفتن خروجی از نقشه‌ی کاربری اراضی به‌دست آمده و با انجام بازدید میدانی و ثبت موقعیت جغرافیایی نقاط کنترل زمینی، حدود ۳ تا ۴ درصد مساحت هر کاربری و پوشش اراضی به عنوان نواحی کنترل زمینی در نظر گرفته شد. درویش‌صفت در مطالعه‌ی خود برای تعیین دقت نقشه‌های تهیه شده نمونه‌برداری از (۳-۴) درصد منطقه را قابل قبول بیان کرده است. در نهایت ماتریس خطا محاسبه و دقت کلی، شاخص کاپای کلی، خطای امیسیون و خطای کمیسیون محاسبه شد (جدول ۱). از میان معیارهای بیان صحت، ضریب کاپا به لحاظ محاسبه نمودن قسمت‌های اشتباه به همراه قسمت‌های صحیح، توانایی بالایی برای برآورد صحت به ویژه به منظور مقایسه دارد (Cangalton, 1991: 45; Kamusoko, 2007: 228).

همچنین دقت نقشه‌ی کاربری اراضی قابل قبول با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای برای طرح طبقه‌بندی اندرسون بیش از ۸۵ درصد می‌باشد (Anderson et al, 1976: 964-965; Kamusoko, 2007: 228)

جدول ۱: ماتریس خطاهای حاصل از طبقه‌بندی ترکیبی

	مرتع	شوره‌زار	کشاورزی	گزار و نی	شیست	معدن	صخره	مسکونی	کل پیکسل‌ها	خطای کمیسیون
مرتع	۴۵۵۵۱	۲۸۵۰	۱۴۸	۱۴۳۶	۷۴۰	۱۱۷	۱۱۲۹	۲۹۱	۵۲۲۶۲	۰/۱۳
شوره‌زار	۲۰	۴۲۷۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴۲۹۹	۰/۰۰۴
کشاورزی	۳۷	۰	۹۲۴	۰	۱۱۰	۰	۰	۲۴۲	۱۳۱۳	۰/۲۹
گزار و نی	۰	۰	۰	۲۲۶۷	۰	۰	۰	۰	۲۲۶۷	۰
شیست	۱۸۸۱	۰	۰	۰	۱۱۸۴۵	۰	۱۶۳	۰	۱۳۸۸۹	۰/۱۵
معدن	۲۳۰	۰	۰	۰	۰	۲۸۲۶	۰	۰	۳۰۵۶	۰/۰۷
صخره	۳۷۱	۰	۰	۱۱	۹۲۳	۵	۳۵۵۳	۰	۴۸۴۵	۰/۲۷
مسکونی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۹۵۷	۱۹۵۷	۰
کل پیکسل‌ها	۴۸۰۹۰	۷۱۲۹	۱۰۷۲	۳۷۱۴	۱۳۶۱۸	۲۹۴۸	۴۸۲۷	۲۴۹۰	۸۳۸۸۸	
خطای امیسیون	۰/۰۵۲	۰/۳۹	۰/۱۴	۰/۳۸	۰/۱۳	۰/۰۴	۰/۲۷	۰/۲۱		

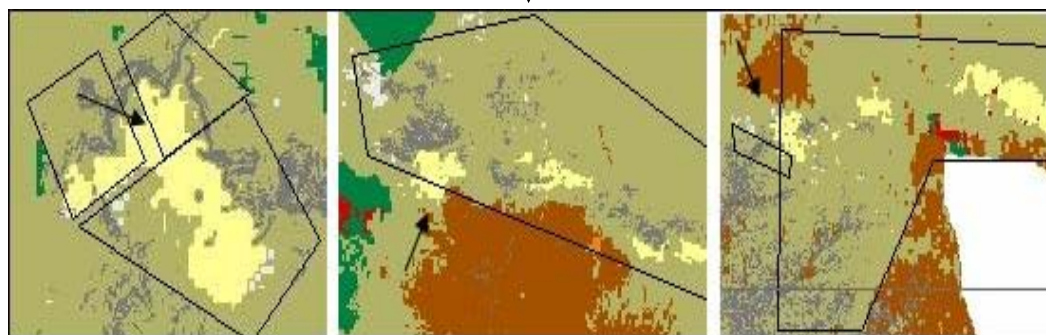
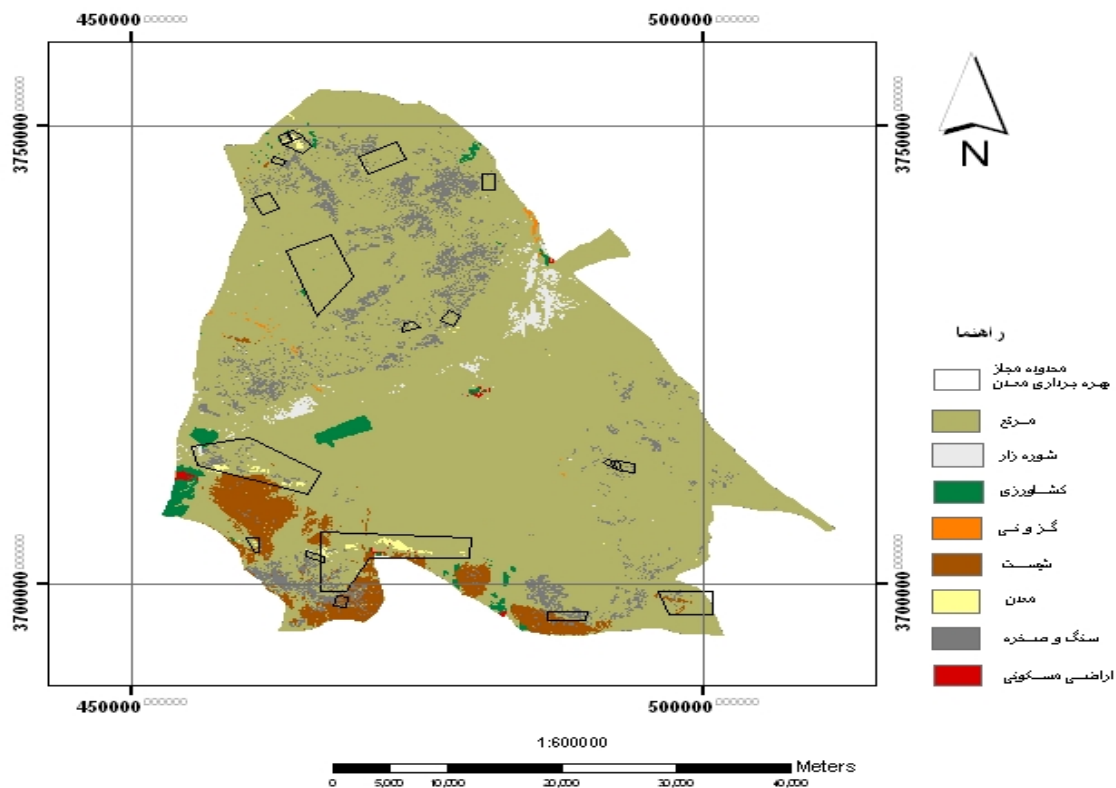
مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۸۳



### تهیه نقشه موقعیت جغرافیایی محدوده‌های مجاز بهره‌برداری معادن

اطلاعات مربوط به اسناد محدوده‌های مجاز بهره‌برداری معادن، استخراج گردیده و مختصات مربوط به محدوده‌ها توسط نرم‌افزار utms به سیستم متریک تبدیل شده،

به صورت فایل Excell درآمد و وارد نرم‌افزار GIS شده و سپس به صورت یک لایه اطلاعاتی چندضلعی رقومی گردید و سپس اطلاعات این لایه و نقشه کاربری اراضی به دست آمده از مرحله قبل روی یک تصویر نمایش داده شد (تصویر ۱).



تصویر ۱: موقعیت جغرافیایی محدوده‌های مجاز بهره‌برداری معادن روی نقشه کاربری‌های زمین  
 مأخذ: مطالعات میدانی نگارندگان، ۱۳۸۳



**نتیجه**

برای تهیه‌ی تصویر رنگی کاذب از باندهای ۱، ۲، ۳ به ترتیب قرمز، سبز و آبی (RGB) استفاده شد. تصاویر رنگی کاذب تولید شده با متمایز کردن پدیده‌ها، دقت تصمیم‌گیری برای انتخاب مناطق آموزشی در مرحله‌ی طبقه‌بندی تصویر را افزایش می‌دهند. در بسیاری از موارد، پدیده‌های مختلف در طبیعت بازتاب‌های طیفی مشابه از خود نشان می‌دهند. در این حالت تصویری با میزان تباین کم حاصل می‌شود. بسط تباین با افزایش وضوح تصویر، امکان متمایز کردن پدیده‌های بیشتری را فراهم می‌کند. در این مطالعه تصویر رنگی حاصل از تصویر بسط داده شده، تصویری با وضوح بهتر بود. همچنین اعمال طبقه‌بندی بر روی باندهای بسط داده شده نتایج بهتری را به همراه داشت.

بررسی نشان داد در طبقه‌بندی نظارت شده امکان تفکیک پوشش‌های طبیعی متراکم مانند گز و نی از مزارع و باغات با دقت بالا وجود نداشت و همچنین تداخل زیادی بین دو کاربری معدن و پوشش شوره‌زار وجود داشت.

در تهیه‌ی نقشه‌ی کاربری اراضی به روش هیبرید با استفاده از طرح طبقه‌بندی آندرسون، پس از تعریف کاربری‌ها، با انتخاب روش متناسب با خصوصیات هر کاربری، کاربری‌های مختلف از هم تفکیک شدند.

انجام آنالیز تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) و متراکم کردن اطلاعات تصاویر ماهواره در تعداد محدودی مؤلفه با متمایز کردن عوارض از هم به مشخص کردن بهتر پدیده‌ها کمک کرد. مؤلفه اول PCA حاوی اطلاعاتی بود که بیشترین واریانس را در بین مؤلفه‌های دیگر دارد و لذا بیشترین شباهت را با یک تصویر با قدرت تفکیک بالا دارد. در این مطالعه مؤلفه دو حاصل از آنالیز PCA، معادن را با مقادیر متمایز از دیگر پدیده‌ها متمایز کرد. همچنین بعد از حذف معادن از تصویر منطقه و در نتیجه اثر بازتاب

مشابه این کاربری با پوشش شوره‌زار سطح زمین با انجام آنالیز PCA بر روی تصاویر جدید، شوره‌زارها در مؤلفه PCA1 متمایز از دیگر کاربری‌ها شدند.

به منظور تعیین دقت نقشه‌های تولیدی، موقعیت جغرافیایی ۸۰ ناحیه از کاربری و پوشش اراضی منطقه با استفاده از GP S تهیه شد و برای مقایسه با نقشه‌های تولیدی مورد استفاده قرار گرفت. بعد از معرفی مناطق نمونه‌برداری شده به نرم‌افزار، ماتریس خطا تهیه شد و با استفاده از آن، دقت کلی طبقه‌بندی و ضریب کاپا نیز محاسبه شد. نتایج نشان داد که ضریب کاپا نقشه تولید شده به روش ترکیبی بهتر از طبقه‌بندی نظارت شده بود.

برای نقشه‌ی به‌دست آمده از روش هیبرید ضریب کاپا در حدود ۷۹ درصد و دقت کلی ۸۷ درصد درآمد.

انطباق نقشه‌ها محدوده‌ی مجاز معادن و نقشه‌ی کاربری اراضی نشان داد که در برخی معادن فعالیت‌های معدنکاری به خارج از محدوده‌ی مجاز کشیده شده است (تصویر ۱).

**بحث**

بررسی نقشه‌های تهیه شده به روش طبقه‌بندی نظارت شده نشان داد در این روش برخی پیکسل‌ها از کاربری‌های متفاوت، اشتباهاً به یک کاربری دیگر نسبت داده شده بودند که دلیل آن بازتاب مشابه برخی از آنها در باندهای مختلف سنجنده‌ها می‌باشد مثل پوشش گز و نی با مزارع و باغات و نیز شوره‌زارها و معادن که دارای بازتاب مشابهی بودند. لونا و لینگ چن نیز در

مطالعات خود با مشکلات مشابهی برخورد کردند (Ling chen, 2006: 142; Luna, 2003: 168)

طرح طبقه‌بندی آندرسون با شناسایی و بیان خصوصیات هر کاربری و یا پوشش اراضی به کاربر امکان استفاده از روش‌های مختلف برای تهیه آنها را می‌دهد. به این ترتیب گز و نی از باغات و مزارع، کاربری مسکونی از مرتع و مزارع و همچنین معادن از شوره‌زارها تفکیک

شدند. لونا و بروندیزیو در مطالعات خود برای تهیهی نقشه‌ی کاربری و پوشش اراضی از روش طبقه‌بندی هیبرید استفاده کردند

( Brondizio et al, 1994: 275; Luna, 2003: 169 ).

با توجه به این که در این مطالعه تأکید بر پایش موقعیت مکانی نواحی توسعه‌یافته معادن می‌باشد، لایه به دست آمده از طبقه‌بندی هیبرید به عنوان لایه پایه برای پایش استفاده گردید. نتایج نشان می‌دهد که آثاری از تخریب لایه‌ی سطحی و بهره‌برداری معدن در ضلع غربی معادن لایبید، ضلع جنوب غربی معادن گدارسرخ و فضای باز بین محدوده‌های بهره‌برداری معادن تخت جمشید و باغ‌ملک و نواحی جنوبی و غربی تخت جمشید و نواحی غربی و جنوبی طلای موته دیده می‌شود. این بهره‌برداری‌ها در برخی معادن مثل لایبید و گدارسرخ، باغ‌ملک و تخت جمشید در ادامه و پیوسته با بهره‌برداری‌های قبلی بوده و در برخی از معادن مثل طلای موته و یا طلای چاه‌خاتون و یا شرق معدن باغ‌ملک به صورت نواحی پراکنده و غیرمتصل به بهره‌برداری‌های دیگر می‌باشد. از نظر زیست‌محیطی این پیشروی بخصوص در مناطق حساس مثل زمین‌های اطراف معادن طلا بسیار حائز اهمیت است. بطوری‌که در معدن طلای موته که بخشی از محدوده‌ی مجاز آن نیز در داخل منطقه امن قرار گرفته، بهره‌برداری بیشتر به منزله تخریب بیشتر در بهترین زیستگاه‌های حیات وحش در منطقه می‌باشد.

نقشه‌های تهیه شده در این مطالعه از دقت قابل قبولی برخوردار می‌باشند که نشان می‌دهد تصاویر ماهواره‌ای می‌تواند با تهیهی نقشه‌های کاربری اراضی دوره‌ای در آشکارسازی محدوده‌ی بهره‌برداری معادن مفید واقع گردد و از این طریق می‌توان محدوده‌های مجاز معادن را در پرونده‌های زمانی معین پایش نمود. استفاده از نتایج چنین بررسی‌هایی به خصوص در مناطق تحت حفاظت سازمان محیط زیست می‌تواند به عنوان ابزار بسیار کارآمدی در جهت مدیریت و کنترل

بهره‌برداری از معادن و در نتیجه حفاظت بهتر از مناطق باشد. لذا استفاده از نتایج چنین تحقیقاتی و نیز بررسی‌های دقیق‌تر و شناخت شاخص‌های برتر در شناسایی و آشکارسازی معادن با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای هم در زمینه‌ی پژوهش و همچنین در زمینه نظارت و اجرا پیشنهاد می‌گردد.

### منابع

- اکبری، مرتضی (۱۳۸۲). ارزیابی و طبقه‌بندی بیابان‌زایی با تکنیک GIS و RS در منطقه‌ی خشک شمال اصفهان، پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد بیابان‌زایی. دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- خاتون‌آبادی، سیداحمد (۱۳۸۱). گزارش اقتصادی-اجتماعی، طرح جامع موته. دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده منابع طبیعی.
- راهداری، وحید (۱۳۸۶). آشکارسازی تغییرات پناهگاه حیات وحش موته طی سال‌های ۱۳۵۱ الی ۱۳۸۵ با استفاده از RS & GIS. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زیست، دانشکده منابع طبیعی. دانشگاه صنعتی اصفهان.
- زاهدی‌فرد، ندا؛ سیدجمال‌الدین خواجه‌الدین و احمد جلالیان (۱۳۸۳). کاربرد داده‌های ماهواره‌ای TM در تهیهی نقشه‌ی کاربری اراضی در حوزه‌ی آبخیز بازفت، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال ۸، شماره ۲، صفحات ۱۰۶-۹۱.
- سلطانی، سعید (۱۳۸۱). گزارش زمین‌شناسی، طرح جامع موته. دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده منابع طبیعی. جلد سوم، صص ۱۸-۱۶.
- شبان، مجید؛ علیرضا سفیانیان؛ زهره کرمانی (۱۳۸۵). بررسی استفاده از داده‌های رقومی ETM در تهیهی نقشه‌های کاربری اراضی جهت بهبود مدیریت مراتع در پناهگاه حیات وحش موته، همایش علمی اولین جشنواره ملی مرتع و مرتع‌داری.
- فتوره‌چی، مهدی (۱۳۷۳). بیانیه ریو درباره محیط زیست و توسعه، فصلنامه محیط زیست شماره دوم، صص ۴۳-۴۲.

- Lu, Dengsheng, Mausel, Paul, Brondizio, Eduardo., Emilio, Moran, Emilio (2004). Changedetection techniques, International Journal of Remote Sensing, 25(12): PP.2365-2407.
- Luna, Arthour, Cesar A. Berlanga-Robles, Cesar (2003). Land use, land cover changes and costal lagoon surface reduction associated with urban growth in northwest Mexico, Landscape Ecology, Vol.18, PP.159-171.
- Pettit, Carine and Iambin, Eric (2002). Impact of data integration technique on historical land-use/landcover change: comparing historical maps with remote sensing data in the Belgian Ardennes, landscape ecology, Vol.17, PP.117-132.
- Prakasam C (2010). Land use and land cover change detection through remote sensing approach: A case study of Kodaikanal Taluk, Tamil Nadu. International Journal of Geomatics and Geosciences, 1(2), PP.46-55.
- Tachizuka, Shigenobu., Hung, Ttan., Ochi, Shiro. and Yoshifumi Asuoka, Y (2002). Monitoring of Long-term Urban Expansion by the use of Remote Sensing Images from Different Sensor, Asian Conference on Remote sensing, Nepal, PP1-7.
- Turner, Monica G, Robert H, Gardner, Robert V, O Neil, Bruce T, Minle (1989). Effects of changing spatial scale on the analysis of landscape pattern, landscape ecology, Vol:3, PP.153-162.
- Ward, Douglas, Phinn, Stuart, Murray, Alan. (2000). Professional Geographer, 52(3), PP.371-386.
- معینیان میمه‌ای، محمدتقی (۱۳۷۱). پناهگاه حیات وحش موته، انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست.
- میراب‌زاده، پرستو (۱۳۷۳). توسعه پایدار، فصلنامه محیط‌زیست، شماره سوم. صص ۳۹-۴۵.
- Anderson James R, Hardy Ernest E, Roach JT, Witmer Richard E (1976). A land use/cover classification system for use with remote sensor data. In US Geological Survey Professional paper 964.
- Brondizio, Eduardo S., Emilio F, Moran., Paul & You, Wu (1994). Land Use Change in the Amazon Estuary: Patterns of Caboclo Settlement and Landscape Management, Human Ecology, Vol.22, No.3, PP. 249-278.
- Cangalton Russell (1991). A Review of Assessing the Accuracy of Classifications of Remotely Sensed Data. Remote Sensing of Environment. 37: PP.35-46.
- Ridd, Merril K. and Liu, Jiajun (1998). A comparison of four algorithms for change detection in an urban environment, Remote Sensing of Environment, 63(2): PP. 95-100.
- Kamusoko. Courage, Aniya, Masamu (2007). Land use/ cover change and landscape fragmentation analysis in the Bindura district Zimbabwe, Land degradation & Development. PP.221-233.
- Chen; Xiao-Ling; Zhao; Hong-Mei; Li; Ping-Xiang; Yin; Zhi-Yong. (2006). Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes, Remote sensing of environment, Vol.104, PP.133-146.

